

## Beschreibung

Haftvermittelnde organische Beschichtungen in Halbleitergehäusen

5

Die Erfindung betrifft einen Flachleiter bzw. dessen Grundkörper für ein Halbleiterbauteil mit beschichteter Oberfläche, welcher eine verbesserte Haftung von Kunststoffmassen in Halbleitergehäusen ermöglicht. Zur Beschichtung des Flachleiters  
10 wird ein organisches Polymer verwendet.

Mangelnde Haftung zwischen metallischem Flachleiter und Kunststoffmasse führt bei Halbleiterbauteilen dazu, dass sich Feuchtigkeit in der Grenzschicht zwischen Flachleiter und  
15 Kunststoffmasse ansammelt. Diese expandiert schlagartig, wenn das Halbleiterbauteil beim Löten auf eine Leiterplatte in kürzester Zeit Temperaturen von bis zu 260 °C erreicht. Folge der schlagartigen Expansion sind Risse und/oder Brüche in der Kunststoffverkapselung des Halbleiterbauteils, was als "Popcorn-Effekt" bezeichnet wird.  
20

Um diesen Popcorn-Effekt zu verhindern, muss das Ansammeln von Feuchtigkeit in der Klebefuge, also in der Grenzschicht zwischen Flachleiter und Kunststoffverkapselung, verhindert werden. Das Ansammeln der Feuchtigkeit wird reduziert durch Verbesserung der Haftung zwischen der Oberfläche des Flachleiters  
25 und der Oberfläche der Kunststoffmasse.

Es gibt verschiedene Ansätze, um diese Haftung zu verbessern.  
30 Aus der US-A-5,554,569 ist ein Verfahren zur mechanischen Aufrauung der Oberfläche eines Flachleiterrahmens bekannt. Die aufgeraute Oberfläche ermöglicht eine bessere Verzahnung mit

der Kunststoffmasse und somit eine bessere Haftung. Dieses Verfahren ist jedoch schwierig in seiner Durchführung.

Die US-A-5,554,569 berichtet außerdem von Silanen als Haftungsvermittlern zur Verbesserung der Haftung zwischen Flachleiter und Kunststoffverkapselung, erwähnt aber gleichzeitig, dass die Verwendung von Silanen aus verschiedensten Gründen nicht empfehlenswert ist.

Ein anderer Ansatz ist aus der US-A-5,122,858 bekannt. Die Haftung zwischen metallischem Flachleiter und Kunststoffverkapselung wird verbessert durch Überziehen des Flachleiters mit einem Polymer, welches gute Haftungseigenschaften sowohl bezüglich des Flachleiters als auch bezüglich der Kunststoffverkapselung besitzt. Als mögliche Haftvermittler werden die folgenden Substanzen vorgeschlagen: Polyimide, Epoxide, Acryle ("acrylics"), Urethane, Benzotriazole, Benzothiazole, Mercaptoester bzw. Thioester, 5-Carboxy-Benzotriazol, 5-(1-Aminoethylamido)-Benzotriazol, 5-Amido-Benzotriazol, Ethylen-Vinylacetat, hochschmelzende Oxide ("refractory oxides"), matte Vernickelung, Phosphate und Polymere.

Obwohl im Stand der Technik eine Vielzahl von Verfahren bekannt sind, die zur Verbesserung der Haftung zwischen Flachleiter und Kunststoffverkapselung dienen, sind die bisher erzielten Verbesserungen nicht ausreichend, um den Popcorn-Effekt vollständig zu vermeiden, so dass nach wie vor das Bedürfnis besteht, zuverlässig ein Ansammeln von Feuchtigkeit in der Klebefuge zwischen Flachleiter und Kunststoffverkapselung zu verhindern.

Des Weiteren besteht das Bedürfnis nach einem Haftvermittler, welcher sich beim Einlöten des verkapselten Halbleiterbauteils, also bei Temperaturen von bis zu ca. 260 °C, nicht zersetzt, um so die Haftung zwischen Kunststoffmasse und Flachleiter auch nach dem Einbau zu gewährleisten.

Es ist außerdem wünschenswert, dass der Haftvermittler auch als Haftvermittler zwischen Kunststoffmasse und anderen Materialien, wie zum Beispiel einem Halbleiterchip oder einem keramischen Substrat oder Ähnlichem, verwendet werden kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein neues Verfahren, welches eine zuverlässige Haftung zwischen einem Kunststoff und einem weiteren Material, wie zum Beispiel einem Metall oder einer Keramik oder einem anderen Kunststoff erzeugt, bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den jeweiligen abhängigen Patentansprüchen.

Erfindungsgemäß wird ein Flachleiterrahmen geschaffen, der zur Bestückung mit einem Halbleiterchip und zur Umhüllung mit einer Kunststoffmasse vorgesehen ist. Auf den Flachleiterrahmen ist eine Polymerschicht als Haftschrift angeordnet. Die Polymerschicht weist Endgruppen auf, die zur Kunststoffmasse hin ausgerichtet sind. Ferner weist die Polymerschicht Endgruppen auf, die zum Flachleiter hin ausgerichtet sind. Darüber hinaus weist die Polymerschicht mindestens ein Polymer aus der Gruppe der fluorierten Polyimide, der Polyamidimide oder der Polyimid-Silikon-Copolymere mit Silanen in der Copolymerkette auf.

Die Erfindung stellt in einer ersten Ausführungsform ein Substrat mit einer beschichteten Oberfläche bereit, welches eine weit verbesserte Haftung für die umschließende Kunststoffverkapselung in einem Halbleiterbauteil bietet.

5

Unter "Substrat" wird im vorliegenden Text eine Reihe verschiedener Materialien, wie zum Beispiel Keramik oder organische Materialien oder Metalle wie Kupfer verstanden. Das Material des Substrats richtet sich nach der geplanten Anwendung, bzw. nach der Art des herzustellenden Halbleiterbauteils. So weisen zum Beispiel PGA(pin grid array)-Bauteile keramische Substrate auf, Flipchip-Bauteile organische Substrate mit elektrisch leitenden Bereichen und Leistungshalbleiterbauteile oder auch Dioden weisen metallische Substrate, bzw. Flachleiter auf.

15

Auch wenn die vorliegende Erfindung primär als Haftvermittler zwischen einer Kunststoffmasse und einem metallischen Substrat gedacht ist, ist es dennoch möglich und denkbar, diesen Haftvermittler für andere Materialkombinationen einzusetzen, bzw. als Haftvermittler zwischen einem Kunststoff und einem nicht-metallischen Substrat einzusetzen.

20

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nicht nur das Substrat selber mit dem Haftvermittler behandelt, sondern es wird das gesamte Halbleiterbauteil, also Substrat, Halbleiterchip und elektrische Kontaktierungen, mit dem Haftvermittler vor dem Aufbringen der Kunststoffmasse unter Aussparung der äußeren Anschlussbeinchen selektiv beschichtet.

30

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Haftung zwischen einem Substrat, bzw. einem unverkapselten Halbleiterbauteil und der Kunststoffmasse verbessert, wenn das Substrat, bzw. das unverkapselte Halbleiterbauteil entsprechend der im Folgenden beschriebenen Verfahren mit den ebenfalls beschriebenen Polymeren, bzw. Substanzen beschichtet wird.

Obwohl eine Beschichtung unverkapselter Halbleiterbauteile unüblich ist, da man herkömmlicher Weise auf eine Behandlung des fertigen Halbleiterchips mit ionenhaltigen Lösungen verzichtet, um ein Eindringen von Ionen in aktive Halbleiterchipstrukturen und somit ein Verschieben von elektrischen Parametern bis hin zu Ausfällen zu vermeiden, haben die hier durchgeführten Versuche gezeigt, dass es aufgrund von nur minimalen ionischen Verunreinigungen in den verwendeten, entsprechend spezifizierten Substanzen - Anteil der hydrolyisierbaren ionenbildenden Substanzen im unteren ppm-Bereich - zur Beschichtung nicht zu Ausfällen bei den Halbleiterchips gekommen ist.

Der Grundgedanke der vorliegenden Erfindung ist es, ein Substrat, bzw. ein unverkapseltes Halbleiterbauteil mit einer beschichteten Oberfläche bereitzustellen, welche in ihrer Zusammensetzung dem Bedürfnis nach verbesserter Haftung zwischen Kunststoffmasse und Substrat, bzw. unverkapseltem Halbleiterbauteil entspricht.

Allen erfindungsgemäßen Substanzen ist außerdem gemein, dass sie mindestens bis ca. 235 °C, teilweise bis ca. 245 °C und zum Teil bis ca. 260 °C temperaturstabil sind.

30

"Temperaturstabil" bedeutet hier, dass der Haftvermittler im fertigen Halbleiterbauteil diesen Temperaturen ohne merkliches

Zersetzen ausgesetzt werden kann für Zeiträume, wie sie typischerweise beim Einlöten des Halbleiterbauteils auftreten.

Diese Temperaturstabilität ist ein Vorteil der vorliegenden

5 Erfindung im Hinblick auf die Anwendung bleifreier Lotmaterialien. Bleifreie Lote benötigen materialbedingt höhere Löttemperaturen, so dass die Temperatur beim Auflöten des Halbleiterbauteils auf eine Platine auf ca. 260 °C ansteigen kann.

10 Die Substanzen zur Beschichtung werden so gewählt, dass die resultierende Polymerschicht auf der zur Kunststoffmasse hin ausgerichteten Seite spezifische Endgruppen aufweist, die eine besondere Affinität zu der gewählten Kunststoffmasse besitzen. Auf der zum Flachleiter hin ausgerichteten Seite weist die  
15 Polymerschicht Endgruppen auf, die eine besondere Affinität zum entsprechenden Material des Substrats, also zum Beispiel zu Kupfer, besitzen.

Die in der vorliegenden Erfindung offenbarten Substanzen zur  
20 Beschichtung weisen außerdem nicht nur eine gute Haftung zu Kupfer auf, sondern auch zum Halbleiterchipmaterial Si, zur Halbleiterchipmetallisierung Al, zu den Materialien der Halbleiterchippassivierung und Isolation SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> und/oder Polyimid, sowie zu Beschichtungen wie Ag und Ni bzw. Ni/NiP, Au und  
25 Pd.

Die Art und der Zeitpunkt des Aufbringens der Beschichtung auf die Oberfläche des Flachleiters richtet sich nach den Erfordernissen des entsprechenden Halbleiterbauteils und wirkt sich  
30 nicht einschränkend auf die Wahl der für die Beschichtung verwendeten Substanzen aus.

Das Substrat wird vor oder nach der Befestigung des Halbleiterchips mit der erfindungsgemäßen Substanz beschichtet. Dies ist von Vorteil, da der Beschichtungsprozess entsprechend den Bedürfnissen bzw. Anforderungen des herzustellenden Halbleiterbauteils an verschiedenen Stellen in den Fertigungsprozess aufgenommen werden kann.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es also möglich, das unverkapselte Halbleiterbauteil vor dem Aufbringen der Kunststoffmasse mit dem erfindungsgemäßen Polymer zu beschichten. Dies hat den weiteren Vorteil, dass nicht nur die Haftung zwischen Substrat und Kunststoffmasse, sondern auch zwischen Kunststoffmasse und Halbleiterchip verbessert wird, was vor allem bei großflächigen Halbleiterchips je nach Art und Verwendung des Halbleiterbauteils von Bedeutung sein kann.

Das herkömmliche, selektive Beschichten nur des Substrates - und nicht des gesamten unverkapselten Halbleiterbauteils - weist hingegen folgende Nachteile auf:

Durch die bessere Haftung der Kunststoffmasse zum Substrat kommt es bei erhöhtem Stress zu Ablösungen an der nächst schwächeren Grenzfläche, meist an der Halbleiterchipoberfläche und der Kunststoffmasse, was aufgrund der Drahtkontaktierung und der vorhandenen Metallisierung auf der Halbleiterchipoberfläche ein höheres Ausfallrisiko, wie die Ablösung zwischen Kunststoffmasse und Substrat, mit sich bringt.

Selektives Beschichten hat außerdem den Nachteil, dass unmittelbar auf den Bereichen für die Drahtkontaktierung an den Beinchen und auf der Chipinsel, welche für eine maximale Chip-

größe entwickelt und ausgelegt worden ist, keine Beschichtung erfolgen kann, was wiederum lokal schwächere Grenzflächen mit sich bringt.

5 Die Substanz zur Beschichtung weist dabei gemäß der vorliegenden Erfindung Polymere und/oder Polymervorstufen bzw. Monomere mit genau definierten und aufgrund ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften ausgewählten funktionellen Gruppen auf.

10

Des Weiteren ist es denkbar und möglich, dass die erfindungsgemäße Substanz eine Suspension ist und Zusatzstoffe wie Löse-  
mittel, Haftvermittler, Antioxidantien, Katalysatoren, ver-  
stärkte Füllstoffe, Weichmacher und/oder UV-Stabilisatoren  
15 aufweist. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass die Substanz Copolymere aufweist.

Das Beschichten des Substrats bzw. des unverkapselten Halbleiterbauteils mit der erfindungsgemäßen Substanz kann auf ver-  
20 schiedenste Weise geschehen, wie zum Beispiel durch Tauchen, Sprühen, Tropfen oder durch Schablonendruck.

Die Zugabe von Zusatzstoffen und/oder die Verwendung von Copolymeren ermöglicht es, der Substanz weitere Eigenschaften, wie  
25 zum Beispiel lange Haltbarkeit oder eine bestimmte mechanische Festigkeit, zu verleihen und somit die Substanz für die gewünschte Anwendung und/oder die gewünschte Art der Beschichtung zu optimieren.

30 Die Art des Aufbringens der Beschichtung richtet sich danach, ob das gesamte Substrat oder nur bestimmte Teile davon oder das unverkapselte Halbleiterbauteil beschichtet werden sollen.



Dies ist von Vorteil, da die Art des Aufbringens unter Berücksichtigung von Randbedingungen, die durch die Art des herzustellenden Halbleiterbauteils vorgegeben sind, gewählt werden kann.

5

Sollen zum Beispiel nur bestimmte Teile eines Substrats beschichtet werden, ist es von Vorteil, wenn die Beschichtung mittels Schablonendruck aufgebracht wird. Soll hingegen das gesamte Substrat und/oder das unverkapselte Halbleiterbauteil  
10 beschichtet werden, kann ein Tauchbeschichtungsverfahren von Vorteil sein.

Daneben kann sich die Art des Aufbringens zum Beispiel auch nach der Viskosität der zur Beschichtung verwendeten Substanz  
15 und/oder der gewünschten Beschichtungsdicke richten. Dies bedeutet, dass die aufzubringende Substanz ohne Einschränkung durch die Art des Aufbringens gewählt werden kann.

Nach dem Aufbringen der Vorstufe wird die erfindungsgemäße  
20 Polymerschicht erzeugt, indem entweder das zur Aufbringung benötigte Lösemittel verdampft wird oder indem die aufgebrachte Polymervorstufe mittels zum Beispiel thermischer oder UV-Aushärtung zum Polymer vernetzt wird.

25 Die resultierende, ausgehärteten Polymerschicht ist sehr dünn und weist idealer Weise eine Schichtdicke von ca. 50 nm bis ca. 5 µm und vorzugsweise eine Dicke von ca. 0,5 µm bis ca. 5 µm auf.

30 In einer besonderen Ausführungsform der Erfindung weist die Haftschrift ein fluorierendes Polyimid auf. Dazu ist eine 10 gewichtsprozentige Lösung eines Polyimides aus 2,2-Bis[phenyl-

3',4'-Dicarbonsäureanhydrid]-1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropylen und 3,3',5,5'-teteramethyl-4,4'-Diaminodiphenylmethan in  $\gamma$ -Butyrolacton oder NMP und Cyclopentanon mit einem Gewichtsverhältnis  $\gamma$ -Butyrolacton oder NMP : Cyclopentanon = 1:2 auf das Halbleiterbauteil vor dem Verkapselungsprozess selektiv ohne Besprühung der äußeren Anschlussbeinchen und der Entwärmungsplatte mit einer geeigneten Dispensevorrichtung derart aufgesprüht, dass nach dem folgenden Temperaturprozess eine Schichtdicke  $d$  von  $0,05 \mu\text{m} \leq d \leq 5 \mu\text{m}$ , vorzugsweise  $0,5 \mu\text{m} \leq d \leq 5 \mu\text{m}$ , realisiert ist.

Die Zusammensetzung dieser bevorzugten Haftschrift hat den Vorteil, dass die Haftung zwischen den beschichteten Oberflächen und der Polymerbeschichtung durch die sehr starke Wechselwirkung der elektronegativ geladenen Fluoratome des Polyimides mit den beschichteten, partiell positiv geladenen Oberflächen erzielt wird, während die Haftung zwischen der Haftschrift und der Epoxidharz-Pressmasse vorteilhafterweise durch eine Ausbildung eines interpenetrierenden Netzwerkes, aufgrund der Interdiffusion zwischen den Polyimidketten und den Epoxidharz-Präpolymeren, erreicht wird.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Haftschrift ein Polyamidimid mit Silanen in der Polymerkette auf. Dazu wird in Dimethylacetamid, NMP oder  $\gamma$ -Butyrolacton eine 20 gewichtsprozentige Lösung von Polyamidimid (PAI) mit 0,1 bis 1 Gewichtsprozent 3-Aminopropyltrimethoxysilan versetzt und 2 Stunden bei 80 °C gerührt. Hierbei kondensieren die Aminogruppen des Silans mit den Säuregruppen des PAI und zwar so, dass je nach Menge des zugesetzten Silanes ca. jede 2. bis 10. freie Säuregruppe des PAI mit einer Aminogruppe eines Silans chemisch reagiert hat. Die so erhal-

tene Lösung kann dann beliebig mit Cyclopentanon, Anisol, Aceton oder ähnlichen Lösungsmitteln auf eine Konzentration von ca. 5 Gewichtsprozent bezogen auf das silanmodifizierte PAI verdünnt werden. Diese Lösung wird auf das Halbleiterbauteil vor dem Verkapselungsprozess selektiv ohne Besprühung des äußeren Anschlussbeinchen und der Entwärmungsplatte mit einer geeigneten Dispensevorrichtung so aufgesprüht, so dass nach einem folgenden Temperaturprozess eine Schichtdicke  $d$  von  $0,05 \mu\text{m} \leq d \leq 5 \mu\text{m}$ , vorzugsweise  $0,5 \mu\text{m} \leq d \leq 5 \mu\text{m}$  realisiert ist.

Die realisierte Haftschrift hat den Vorteil, dass die Haftung zwischen den beschichteten Oberflächen und der Polymerbeschichtung sowohl durch die Reaktion der hydratisierten Methoxygruppen, des an dem PAI gebundenen Silans, mit den Oxiden oder hydratisierten Oxiden der Oberflächen als auch durch die Wechselwirkung der Säuregruppen des PAI mit den Oberflächen erzielt wird, während die Haftung zwischen der Beschichtung und der Epoxidharz-Pressmasse vorteilhafterweise durch die Ausbildung eines interpenetrierenden Netzwerkes, aufgrund der Interdiffusion zwischen den Polyamidimidketten und den Epoxidharz-Präpolymeren, erreicht wird.

Vorzugsweise weist in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung die Haftschrift ein Polyimid-Silikon-Copolymer mit Silanen in der Polymerkette auf. Dazu wird in Dimethylacetamid, NMP oder  $\gamma$ -Butyrolacton eine 20 gewichtsprozentige Lösung von Polyamidimid (PAI) mit 0,1 bis 1 Gewichtsprozent 3-Aminopropyltrimethoxysilan versetzt und 2 Stunden bei 80 °C gerührt. Hierbei kondensieren die Aminogruppen des Silans mit den Säuregruppen des PAI und zwar so, dass je nach Menge des zugesetzten Silanes ca. jede 2. bis 10. freie Säuregruppe des

PAI mit einer Aminogruppe eines Silans chemisch reagiert hat. Ein derart mit Silanen umgesetztes Polymer aus Silikon und Polyamidimid wird als ca. 5 gewichtsprozentige Lösung in NMP, Cyclopentanon und Aceton mit einem Masseverhältnis der Lösungsmittel: NMP : Cyclopentanon : Aceton = ca. 1 : 2 : 2 auf das Halbleiterbauteil vor dem Verkapselungsprozess selektiv ohne Besprühung des äußeren Anschlussbeinchen und der Entwärmungsplatte mit einer geeigneten Dispensevorrichtung so aufgesprüht, dass nach dem folgenden Temperaturprozess eine Schichtdicke  $d$  von  $0,05 \mu\text{m} \leq d \leq 5 \mu\text{m}$ , vorzugsweise  $0,5 \mu\text{m} \leq d \leq 5 \mu\text{m}$ , realisiert ist.

Die somit realisierte Haftschrift hat den Vorteil, dass die Haftung zwischen den beschichteten Oberflächen und der Polymerbeschichtung sowohl durch die Reaktion der hydratisierten Methoxygruppen des an dem PAI gebundenen Silans mit den Oxiden oder hydratisierten Oxiden der Oberflächen, als auch durch die Wechselwirkung der Säuregruppen des PAI mit den Oberflächen erzielt wird, während die Haftung zwischen der Beschichtung und der Epoxidharz-Pressmasse vorteilhafterweise durch die Ausbildung eines interpenetrierenden Netzwerkes, aufgrund der Interdiffusion zwischen den Polyamidimidketten und den Epoxidharz-Präpolymeren, erreicht wird. Die Silikonstrukturen in der Polymerkette erleichtern dabei den Interdiffusionsvorgang, zumal diese die Beweglichkeit der Polymerkette stark erhöhen. Weiterhin wird die Feuchteaufnahme des Beschichtungspolymers durch die Silikonstrukturen vorteilhafterweise deutlich reduziert, was wiederum die Zuverlässigkeit der Polymerbeschichtung gegen spätere Stresstests mit Feuchte bei einer Preconlagerung vor dem Auflöten der Bauteile auf die Platine oder bei einer Autoklavlagerung stark erhöht.

Das Aufbringen der erfindungsgemäßen Substanz kann entweder vor dem Befestigen des Halbleiterchips auf dem Substrat und vor dem Kontaktieren oder auch danach geschehen.

- 5 Es ist sinnvoll, wenn Substanzen, die im Schablonendruck an ausgewählten Stellen aufgebracht werden, bereits vor dem Befestigen des Halbleiterchips und vor dem Kontaktieren auf dem Substrat aufgebracht werden, weil auf diese Weise Beschädigungen und/oder Verunreinigungen des Halbleiterchips und/oder der  
10 Kontaktierungen durch den Aufbringprozess verhindert werden.

- Wird die erfindungsgemäße Substanz ganzflächig aufgebracht, ist es von Vorteil, dies nach dem Befestigen des Halbleiterchips und dem Kontaktieren durchzuführen, weil auf diese Weise  
15 die Oberfläche des Flachleiters unverändert für den Befestigungs- und Kontaktierungsprozess zur Verfügung steht.

- Gemäß der vorliegenden Erfindung werden zur Behandlung des Substrats bzw. des unverkapselten Halbleiterbauteils die folgenden Endpolymere und/oder Formulierungen, welche diese Endpolymere entweder als Vorstufe und/oder direkt enthalten, bevorzugt: Polyimide, Polyurethane, Epoxide, Polyisocyanate, flüssigkristalline Polymere, hochtemperaturbeständige Thermoplaste, Phenolharze, ungesättigte Polyester, Aminoharze, Silikon und alle Polymere, welche Schwefel in der Hauptkette oder  
20 der Nebenkette aufweisen, wie z. B. Polyphenylensulfide, Polyethersulfone.

- Des Weiteren kann die Polymerschicht in den Hauptketten und/oder Seitenketten zusätzlich eine oder mehrere der folgenden funktionelle Gruppen aufweist: Sulfongruppe, Mercaptogruppe, Aminogruppe, Carboxygruppe, Cyanogruppe, Ketogruppe,  
30

Hydroxygruppe, Silanogruppe, und/oder Titanogruppe und/oder Mischungen hiervon.

Die Polymervorstufe kann außerdem ein Mischung aus zwei oder mehreren der hier genannten Polymeren aufweisen. Des Weiteren ist es möglich, dass die Polymerschicht eine oder mehrere Lagen aufweist, wobei jede Lage eine oder mehrere der hier genannten Polymere aufweist.

10 Eine mehrlagige Beschichtung hat den Vorteil, dass jede Lage andere Eigenschaften aufweisen kann. So zeigt z. B. die erste Lage idealerweise eine gute Haftung zu Metallen, Halbleitern, Kunststoffen und keramischen Oxiden und Nitriden, sowie auch zu einer weiteren, darauf aufgetragenen Schicht. Auf diese  
15 Lage wird dann mindestens eine weitere Lage aufgebracht, welche eine hohe Haftung sowohl zur ersten Lage, als auch zur Kunststoffmasse aufweist. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, Pufferschichten mit z. B. besonderen mechanischen Eigenschaften einzubauen.

20

Besonders geeignet, entsprechend der vorliegenden Erfindung, sind dabei Polybenzoxazole, Polybenzimidazole, langkettige Silane und Imidazole.

25 Die Herstellung eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauteils wird im Folgenden anhand von drei Beispielen erläutert:

Beispiel 1)

30 Bei Verwendung eines fluorierten Polyimides wird zunächst eine 10 gewichtsprozentige Lösung eines Polyimides aus 2,2-Bis[phenyl-3',4'-Dicarbonsäureanhydrid]-1,1,1,3,3,3-

Hexafluoropropylen und 3,3',5,5'-teteramethyl-4,4'-  
Diaminodiphenylmethan in  $\gamma$ -Butyrolacton (oder NMP) und Cyclo-  
pentanon in einem Gewichtsverhältnis  $\gamma$ -Butyrolacton (oder  
NMP) : Cyclopentanon = 1:2 auf das Halbleiterbauteil vor dem  
5 Verkapselungsprozess selektiv ohne Besprühung der äußeren An-  
schlussbeinchen und der Entwärmungsplatte mit einer geeigneten  
Dispensevorrichtung so aufgesprüht, dass nach dem folgenden  
Temperaturprozess eine Schichtdicke  $d$  von  $0,05 \mu\text{m} \leq d \leq 5 \mu\text{m}$ ,  
vorzugsweise  $0,5 \mu\text{m} \leq d \leq 5 \mu\text{m}$ , realisiert ist. Das so be-  
10 schichtete Bauteil wird in einem stark mit Stickstoff gespül-  
ten Ofen über eine Temperaturrampe ( $2 - 5 \text{ }^\circ\text{C/min}$ ) von Raumtem-  
peratur auf  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  erhitzt und bei  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  60 Minuten gehalten,  
um dabei die Lösungsmittel aus der Beschichtungslösung zu ver-  
dampfen. Nach Abkühlung des Bauteiles auf Raumtemperatur ist  
15 die haftvermittelnde Beschichtung fertig und das Bauteil kann  
im nächsten Prozessschritt mit der Verkapselungsmasse aus Epo-  
xidharz umhüllt werden.

Die Haftung zwischen den beschichteten Oberflächen und der  
20 Polymerbeschichtung wird hierbei durch die sehr starke Wech-  
selwirkung der elektronegativ geladenen Fluoratome des Polyi-  
mides mit den beschichteten, partiell positiv geladenen Ober-  
flächen, erzielt, während die Haftung zwischen der Beschich-  
tung und der Epoxidharz-Pressmasse vorteilhafterweise durch  
25 die Ausbildung eines interpenetrierenden Netzwerkes, aufgrund  
der Interdiffusion zwischen den Polyimidketten und den Epoxid-  
harz-Präpolymeren, erreicht wird.

#### Beispiel 2)

30 In einem zweiten Beispiel wird ein Polyamidimid mit Silanen in  
der Polymerkette für eine Haftschrift verwendet. Dazu wird in

eine Dimethylacetamid, NMP oder  $\gamma$ -Butyrolacton eine 20 gewichtsprozentige Lösung von Polyamidimid (PAI) mit 0,1 bis 1 Gewichtsprozent 3-Aminopropyltrimethoxysilan versetzt und 2 Stunden bei 80 °C gerührt. Hierbei kondensieren die Aminogruppen des Silans mit den Säuregruppen des PAI und zwar so, dass je nach Menge des zugesetzten Silanes ca. jede 2. bis 10. freie Säuregruppe des PAI mit einer Aminogruppe eines Silans chemisch reagiert hat. Die so erhaltene Lösung wird dann beliebig mit Cyclopentanon, Anisol, Aceton oder ähnlichen Lösungsmitteln auf eine Konzentration von ca. 5 Gewichtsprozent (bezogen auf das silanmodifizierte PAI) verdünnt. Diese Lösung wird auf das Halbleiterbauteil vor dem Verkapselungsprozess selektiv (ohne Beschichtung der äußeren Anschlussbeinchen und der Entwärmungsplatte, auf der ein Halbleiterchip später angeordnet werden soll) mit einer geeigneten Dispensevorrichtung so aufgebracht, dass nach dem folgenden Temperaturprozess eine Schichtdicke  $d$  von  $0,05 \mu\text{m} \leq d \leq 5 \mu\text{m}$ , vorzugsweise  $0,5 \mu\text{m} \leq d \leq 5 \mu\text{m}$ , realisiert ist.

Das so beschichtete Bauteil wird in einem mit Stickstoff gespülten Ofen über eine Temperaturrampe (2 - 5 °C/min) von Raumtemperatur auf 200 °C erhitzt und bei 200 °C für -60 Minuten gehalten, um dabei die Lösungsmittel aus der Beschichtungslösung zu verdampfen. Nach Abkühlung des Bauteiles auf Raumtemperatur ist die haftvermittelnde Beschichtung fertig und das Bauteil kann im nächsten Prozessschritt mit der Verkapselungsmasse aus Epoxidharz umhüllt werden.

Die Haftung zwischen den beschichteten Oberflächen und der Polymerbeschichtung wird hierbei sowohl durch die Reaktion der hydratisierten Methoxygruppen, des an dem PAI gebundenen Silans, mit den Oxiden oder hydratisierten Oxiden der Oberflä-



chen als auch durch die Wechselwirkung der Säuregruppen des PAI mit den Oberflächen erzielt, während die Haftung zwischen der Beschichtung und der Epoxidharz-Pressmasse vorteilhafterweise durch die Ausbildung eines interpenetrierenden Netzwerkes, aufgrund der Interdiffusion zwischen den Polyamidimidketten und den Epoxidharz-Präpolymeren, erreicht wird.

### Beispiel 3)

Für ein drittes Beispiel wird ein Polyimid-Silikon-Copolymer mit Silanen in der Polymerkette verwendet. Dazu wird ein mit Silanen gemäß Beispiel 2 umgesetztes Polymer aus Silikon und Polyamidimid als ca. 5 gewichtsprozentige Lösung in NMP, Cyclopentanon und Aceton in einem Masseverhältnis der Lösungsmittel: NMP : Cyclopentanon : Aceton mit ca. 1 : 2 : 2 auf das Halbleiterbauteil vor den Verkapselungsprozess selektiv ohne Beschichtung der äußeren Anschlussbeinchen und der Entwärmungsplatte mit einer geeigneten Dispensevorrichtung derart selektiv aufgebracht, dass nach dem folgenden Temperaturprozess eine Schichtdicke  $d$  von  $0,05 \mu\text{m} \leq d \leq 5 \mu\text{m}$ , vorzugsweise  $0,5 \mu\text{m} \leq d \leq 5 \mu\text{m}$ , realisiert ist. Das so beschichtete Bauteil wird in einem mit Stickstoff gespülten Ofen über eine Temperaturrampe (2 - 5 °C/min) von Raumtemperatur auf 200 °C erhitzt und bei 200 °C 60 Minuten gehalten, um dabei die Lösungsmittel aus der Beschichtungslösung zu verdampfen. Nach Abkühlung des Bauteiles auf Raumtemperatur ist die haftvermittelnde Beschichtung fertig und das Bauteil kann im nächsten Prozessschritt mit der Verkapselungsmasse aus Epoxidharz umhüllt werden.

30

Die Haftung zwischen den beschichteten Oberflächen und der Polymerbeschichtung bzw. Haftbeschichtung wird sowohl durch

die Reaktion der hydratisierten Methoxygruppen, des an dem PAI gebundenen Silans, mit den Oxiden oder hydratisierten Oxiden der Oberflächen als auch durch die Wechselwirkung der Säuregruppen des PAI mit den Oberflächen erzielt, während die Haftung zwischen der Beschichtung und der Epoxidharz-Pressmasse vorteilhafterweise durch die Ausbildung eines interpenetrierenden Netzwerkes, aufgrund der Interdiffusion zwischen den Polyamidimidketten und den Epoxidharz-Präpolymeren, beruht.

Die Silikonstrukturen in der Polymerkette erleichtern dabei diesen Interdiffusionsvorgang, da diese die Beweglichkeit der Polymerkette stark erhöhen. Weiterhin wird die Feuchtaufnahme der Beschichtungspolymere durch die Silikonstrukturen vorteilhafterweise deutlich reduziert, was wiederum die Zuverlässigkeit der Polymerbeschichtung gegen spätere Stresstests mit Feuchte z.B. bei einer Preconlagerung vor dem Auflöten der Bauteile auf die Platine oder bei Autoklavlagerungen stark erhöht.

#### Beispiel 4)

Eine in ca. 50 bis ca. 90 Gew.% N-Methylpyrrolidon (NMP) gelöste und mit Diethylenglykolmethacrylat veresterte Polyamidocarbonsäure (polykondensiert aus den Monomeren Pyromellitsäureanhydrid und 4,4'-Oxidianilin) wird im Verhältnis von ca. 1:20 mit Cyclopentanon verdünnt. Diese so hergestellte Lösung wird zur besseren Applizier- und Benetzbarkeit der zu behandelnden Oberflächen weiter im Verhältnis von ca. 1:1 mit Aceton bzw. Ethanol gemischt.

30

In diese Lösung wird nach der Halbleiterchip- und Drahtkontaktierung das noch unverkapselte Halbleiterbauteil mit einer

Tauchgeschwindigkeit von ca. 0,5 bis ca. 5 cm pro Sekunde eingetaucht und wieder herausgezogen. Anschließend lagert man das so beschichtete Halbleiterbauteil in einem Magazin für ca. 5 bis ca. 500 Minuten etwa bei Raumtemperatur, um das Aceton bzw. Ethanol und Teile des Cyclopentanons, sowie NMP<sub>3</sub> abdampfen zu lassen. Danach gibt man zur Verdampfung des restlichen Cyclopentanons und NMPs unter Abspaltung des Diethylenglykolmethacrylats dieses Halbleiterbauteil im Magazin für ca. 15 bis ca. 60 Minuten in einem Umluftofen mit einer eingestellten Temperatur von ca. 80 bis ca. 100 °C, wobei der Ofen mit mindestens ca. 20 l/min Stickstoff gespült wird, um Oxidationsvorgänge weitgehend zu unterdrücken bzw. signifikant zu verlangsamen. Dann erhöht man mit einer Aufheizrate von ca. 3 bis ca. 5 °C/min die Temperatur auf ca. 250 °C und hält diese für mindestens ca. 60 Minuten zur Umsetzung ("Imidisierung") der Polyamidocarbonsäure zum Polyimid. Zugleich wird bei dieser Temperatur die chemische Reaktion des Polymer's mit den jeweiligen Oberflächen verstärkt.

20 Nach Abkühlung (Abkühlrate ca. 2 bis ca. 5 °C/min) des beschichteten Halbleiterbauteils im Ofen unter Stickstoffspülung auf etwa Raumtemperatur werden die so beschichteten Halbleiterbauteile innerhalb von ca. 48 Stunden mit einer Epoxidharzpressmasse verkapselt. In den sich anschließenden Prozessen der Pressmassenentfernung in einem Hochdruckwasserstrahl ("Waterjet-Deflashing") auf den nicht verkapselten Beinen, sowie der Hitzeplatte und der Aktivierung der Anschlussbeinchen und der Hitzeplatte für das Aufbringen der lötbaren Metallisierung ("Solder Plating") kann die Beschichtung im nicht verkapselten Bereich wieder entfernt werden.

30

Beispiel 5)

Die unter Beispiel 4 beschriebene Lösung des Polyamidocarbon-  
säureesters in dem NMP/Cyclopentanon/Aceton-Gemisch wird mit  
ca. 10 % (bezogen auf die Einwaage an reiner Polyamidocarbon-  
säureesters) N-(3-(Trimethoxysilyl)propyl)-Ethyldiamin ver-  
setzt und bei ca. 120 °C für ca. eine Stunde gerührt. Dabei  
polykondensiert das Silan zum einen untereinander zum Silikon  
und gleichzeitig mit seiner Aminogruppe teilweise mit den Säure-  
gruppen der Polyamidocarbonsäure zum Polyamid-Silikon-  
Blockcopolymer und zum anderen mit seiner Aminogruppe teilwei-  
se mit den Säuregruppen der Polyamidocarbonsäure, nachdem die  
Diethylenglykolmethacrylseitenketten abgespalten worden sind,  
zur silan- bzw. silikonmodifizierten Polyimid-Vorstufe.

In diese so hergestellte Lösung wird nach der Halbleiterchip-  
und Drahtkontaktierung das noch unverkapselte Halbleiterbau-  
teil mit einer Sprühvorrichtung so besprüht, dass nach dem  
Ausheizen, das genau unter den gleichen Bedingungen wie bei  
Beispiel 4 stattfindet, eine mittlere Schichtdickenstärke von  
ca. 0,2 bis ca. 1 µm entstanden ist. Dabei werden die nicht zu  
verkapselnden Bereiche des Bauteils selektiv mit einer Stahl-  
oder Teflonmaske abgedeckt, so dass sich auf diesen Bereichen  
nach dem Aushärten keine oder nur noch minimale Flächen an  
Beschichtung (Ausfließen der Lösung von den besprühten Berei-  
chen) befinden. Anschließend lagert man das so beschichtete  
Bauteil in einem Magazin für ca. 5 bis ca. 500 Minuten bei in  
etwa Raumtemperatur, um das Aceton und Teile des Cyclopenta-  
nons, sowie des NMP abdampfen zu lassen. Danach gibt man zur  
Verdampfung des restlichen Cyclopentanons und NMPs unter Ab-  
spaltung des Diethylenglykolmethacrylats dieses Bauteil im  
Magazin für ca. 15 bis ca. 60 Minuten in einen Umluftofen mit  
einer eingestellten Temperatur von ca. 80 bis ca. 100 °C, wo-

bei der Ofen mit mindestens ca. 20 l/min Stickstoff gespült ist, um Oxidationsvorgänge weitestgehend zu unterdrücken bzw. signifikant zu verlangsamen. Dann erhöht man mit einer Aufheizrate von ca. 3 bis ca. 5 °C/min die Temperatur auf ca. 250 °C und hält diese für mindestens ca. 60min zur Umsetzung ("Imidisierung") der Polyamidocarbonsäure zum Polyimid. Zugleich wird bei dieser Temperatur die chemische Reaktion des Polymers mit den jeweiligen Oberflächen verstärkt. Nach Abkühlung (Abkühlrate ca. 2 bis ca. 5 °C/min) des beschichteten Halbleiterbauteils im Ofen unter Stickstoffspülung auf etwa Raumtemperatur werden die so beschichteten Halbleiterbauteile innerhalb von ca. 48 Stunden mit einer Epoxidharzpressmasse verkapselt.

#### 15 Beispiel 6)

Das Halbleiterbauteil wird unmittelbar vor der Kunststoffverkapselung mit einer Tauchgeschwindigkeit von ca. 0,5 bis ca. 2 cm pro Sekunde zunächst in eine Lösung von ca. 10 bis ca. 30 Gew-% Polyisocyanat in Methylethylketon eingetaucht und wieder herausgezogen, wobei die später unverkapselten Flächen mit einer Kapton-Folie maskiert sind.

Anschließend wird innerhalb von ca. 30 Minuten nach Ende des Tauchprozesses auf diese Polyisocyanatschicht eine Lösung von ca. 1 Gew-% Polybenzoxazol (PBO) in einem Gemisch von ca. 9 Gew-% NMP, ca. 40 Gew-%, ca. 50 Gew-% Aceton aufgesprüht, so dass sich nach 25 bis ca. 2 µm PBO ergibt.

30 Nach Entfernen der Kaptonfolie wird dieses Bauteil im Magazin für ca. 15 bis ca. 60 Minuten in einem stickstoffgespülten Umluftofen mit einer eingestellten Temperatur von ca. 80 bis

ca. 100 °C erhitzt. Dann erhöht man mit einer Aufheizrate von ca. 3 bis ca. 5 °C/min die Temperatur auf ca. 200 °C und hält diese für mindestens ca. 30 Minuten.

- 5 Nach Abkühlung (Abkühlrate ca. 2 bis ca. 5 °C/min) des beschichteten Halbleiterbauteils im Ofen unter Stickstoffspülung auf etwa Raumtemperatur werden die so beschichteten Halbleiterbauteile innerhalb von ca. 48 Stunden mit einer Epoxidharzpressmasse verkapselt.

10

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen entsprechend der Zeichnung beschrieben.

15

Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Halbleiterbauteil mit beschichtetem Substrat und

Figur 2 zeigt einen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Halbleiterbauteil mit vollständiger Beschichtung aller Komponenten.

20

Figur 1 zeigt einen stark vergrößerten Querschnitt durch ein Halbleiterbauteil mit erfindungsgemäßen Substrat 1. Die Zeichnung ist nicht maßstabsgetreu, die Größenverhältnisse sind zur Verdeutlichung des schematischen Aufbaus verzerrt wiedergegeben. Zur Vereinfachung sind die elektrischen Kontaktierungen zwischen Halbleiterchip 2 und Substrat 1 nicht dargestellt.

25

Gemäß Figur 1 weist das Halbleiterbauteil neben einem Halbleiterchip 2 ein Substrat 1 mit erfindungsgemäßer Polymerschicht 6 auf. Der Halbleiterchip 2 steht nicht in direkter Verbindung mit dem Substrat 1, sondern ist mittels einer Befestigungsschicht 3 auf dem Substrat 1 aufgebracht.

30

Halbleiterchip 2 und Substrat 1 sind von einer Kunststoffmasse 4 umgeben. Die Kunststoffmasse 4 steht gemäß Figur 1 nur im Bereich des Zwischenraums zwischen Befestigungsschicht 3 und Beginn der Polymerschicht 6 in direktem Kontakt mit dem Substrat 1, an allen anderen Stellen steht die Kunststoffmasse 4 in direktem Kontakt mit der Polymerschicht 6, welche das Substrat 1 umhüllt.

Figur 2 zeigt einen stark vergrößerten Querschnitt durch ein Halbleiterbauteil mit erfindungsgemäßer vollständiger Beschichtung. Die Zeichnung ist nicht maßstabsgetreu, die Größenverhältnisse sind zur Verdeutlichung des schematischen Aufbaus verzerrt wiedergegeben. Zur Illustrierung der vollständigen Beschichtung sind zusätzlich zwei Drahtkontakte eingezeichnet.

Gemäß Figur 2 weist das Halbleiterbauteil neben einem Halbleiterchip 2, Drahtkontaktierungen 5 und ein Substrat 1 auf, welche alle von der erfindungsgemäßen Polymerschicht 6 umhüllt sind.

Im Gegensatz zu der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind bei der Ausführungsform gemäß der Figur 2 alle Elemente mit der Polymerschicht 6 bedeckt, es besteht also für keines der im Halbleiterbauteil enthaltenen Elemente ein direkter Kontakt zur Kunststoffmasse 4.

Die von der Polymerschicht 6 bedeckte Fläche auf dem Substrat 1 ist abhängig von den Erfordernissen des jeweiligen Halbleiterbauteils. Es sind verschiedene Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung denkbar und möglich.

In der hier gezeigten Ausführungsform sind die aus der Kunststoffmasse 4 herausragenden Bereiche des Flachleiters 1 nicht mit der Polymerschicht 6 bedeckt, um ein Einlöten des Halbleiterbauteils zu ermöglichen.

Diese selektive Beschichtung des Flachleiters 1 mit der Polymerschicht 6 kann durch Maskierung der nicht zu beschichtenden Bereiche bei der Durchführung der Tauch- oder Sprühbeschichtung zur Erzeugung der Polymerschicht 6 erreicht werden. Des Weiteren ist es möglich, eine selektive Beschichtung des Flachleiters 1 mit der Polymerschicht 6 durch hochselektives Besprühen nur der zu beschichtenden Bereiche durch ein Sprühverfahren mit definierter Düsenanordnung, Düsengröße, Sprühzeit und/oder Druck durchzuführen.

In einer weiteren, ebenfalls nicht gezeigten Ausführungsform ist auch derjenige Bereich des Flachleiters 1, auf dem der Halbleiterchip 2 befestigt ist, mit der Polymerschicht 6 bedeckt. Dies ist möglich, wenn keine leitende Verbindung zwischen Halbleiterchip 2 und Chipinsel benötigt wird und auf ein selektives Beschichten verzichtet werden kann.



## Patentansprüche

1. Flachleiterrahmen, der zur Bestückung mit einem Halbleiterchip (2) und zur Umhüllung mit einer Kunststoffmasse (4) vorgesehen ist, wobei auf den Flachleiterrahmen eine Polymerschicht (5) als Haftschrift aufgebracht ist, wobei die Polymerschicht (5) Endgruppen (6) aufweist, die zur Kunststoffmasse (4) hin ausgerichtet sind und Endgruppen (7) aufweist, die zum Flachleiter (1) hin ausgerichtet sind, und wobei die Polymerschicht mindestens ein Polymer aus der Gruppe der fluorierten Polyimide, der Polyisocyanate, der Polyamidocarbonsäureester der Polyamid-Silikon-Blockcopolymere, der Polyamidimide mit Silanen in der Polymerkette oder der Polyimid-Silikon-Copolymere mit Silanen in der Copolymerkette aufweist.
2. Flachleiterrahmen nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Polymerschicht ein fluorierendes Polyimid aufweist und dazu eine 10 gewichtsprozentige Lösung eines Polyimides aus 2,2-Bis[phenyl-3',4'-Dicarbonsäureanhydrid]-1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropylen und 3,3',5,5'-teteramethyl-4,4'-Diaminodiphenylmethan in  $\gamma$ -Butyrolacton oder NMP und Cyclopentanon mit einem Gewichtsverhältnis  $\gamma$ -Butyrolacton oder NMP : Cyclopentanon = 1:2 auf das Halbleiterbauteil vor dem Verkapselungsprozess selektiv ohne Besprühung der äußeren Anschlussbeinchen und der Entwärmungsplatte mit einer geeigneten Dispensevorrichtung derart aufgebracht ist, dass nach dem folgenden Temperaturprozess eine Schichtdicke  $d$  mit  $0,05 \mu\text{m} \leq d \leq 5 \mu\text{m}$  realisiert ist.

3. Flachleiterrahmen nach Anspruch 1  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Haftschrift Polyamidimid aufweist, dessen Säuregruppen  
5 mit Aminogruppen eines Silans kondensiert sind, wobei  
jede 2. bis 10. freie Säuregruppe des Polyamidimid mit  
einer Aminogruppe eines Silans chemisch reagiert hat.
4. Flachleiterrahmen nach Anspruch 1 oder Anspruch 3  
10 dadurch gekennzeichnet, dass  
die Haftschrift ein Polyimidamid-Silikon-Copolymer mit  
Silanen in der Polymerkette aufweist, wobei Säuregruppen  
des Polyamidimids mit Aminogruppen eines Silans kondensiert  
sind und wobei jede 2. bis 10. freie Säuregruppe  
15 des Polyamidimid mit einer Aminogruppe eines Silans  
chemisch reagiert hat.
5. Flachleiterrahmen nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
20 die Polymerschicht (5) zusätzlich eine oder mehrere der  
folgenden Substanzen aufweist:
- Imidazole
  - flüssigkristalline Polymere
  - hochtemperaturbeständige Thermoplaste
  - 25 - Phenolharze
  - Aminoharze
  - Siloxane
  - ungesättigte Polyester
  - Polybenzoxazole
  - 30 - Polybenzimidazole
  - Epoxide
  - Polyurethane

- Polymere mit Schwefel in der Hauptkette
- Polymere mit Schwefel in der Nebenkette.

- 5     6. Flachleiterrahmen nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Polymerschicht (5) in den Hauptketten und/oder Seitenketten zusätzlich eine oder mehrere der folgende funktionelle Gruppen aufweist:
- 10         - Sulfongruppe  
           - Mercaptogruppe  
           - Aminogruppe  
           - Carboxygruppe  
           - Cyanogruppe
- 15         - Ketogruppe  
           - Hydroxygruppe  
           - Silanogruppe  
           - Titanogruppe.
- 20     7. Flachleiterrahmen nach einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
eine Polymervorstufe ein oder mehrere Copolymere aufweist.
- 25     8. Flachleiterrahmen nach einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
eine Polymervorstufe ein Mischung aus zwei oder mehreren Polymeren aufweist.
- 30     9. Flachleiterrahmen nach einem der vorherigen Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass

die Polymerschicht (5) eine oder mehrere Lagen aufweist, wobei jede Lage eine oder mehrere Polymere aufweist.

10. Flachleiterrahmen nach einem der vorherigen Ansprüche,  
5 dadurch gekennzeichnet, dass  
die Polymerschicht (5) einen oder mehrere der folgenden  
Hilfsstoffe aufweist:
- Lösemittel
  - Haftvermittler
  - 10 - Antioxidantien
  - Katalysatoren
  - verstärkte Füllstoffe
  - Weichmacher
  - UV-Stabilisatoren.
- 15
11. Unverkapseltes Halbleiterbauteil, das zur Umhüllung mit  
einer Kunststoffmasse (4) vorgesehen ist, wobei auf das  
unverkapselte Halbleiterbauteil eine Polymerschicht (5)  
aufgebracht ist, wobei die Polymerschicht (5) Endgruppen  
20 (6) aufweist, die zur Kunststoffmasse (4) hin ausgerich-  
tet sind und Endgruppen (7) aufweist, die zum Flachleiter  
(1) hin ausgerichtet sind, und wobei die Polymerschicht  
mindestens ein Polymer aus der Gruppe der fluorierten Po-  
lyimide, der Polyisocyanate, der Polyamidocarbonsäu-  
25 reester der Polyamid-Silikon-Blockcopolymere, der Polya-  
midimide mit Silanen in der Polymerkette oder der Polyi-  
mid-Silikon-Copolymere mit Silanen in der Copolymerkette  
aufweist.
- 30 12. Unverkapseltes Halbleiterbauteil nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet, dass

die Polymerschicht (5) zusätzlich eine oder mehrere der folgenden Substanzen aufweist:

- Imidazole
- flüssigkristalline Polymere
- 5       - hochtemperaturbeständige Thermoplaste
- Phenolharze
- Aminoharze
- Siloxane
- ungesättigte Polyester
- 10       - Polybenzoxazole
- Polybenzimidazole
- Epoxide
- Polyurethane
- Polymere mit Schwefel in der Hauptkette
- 15       - Polymere mit Schwefel in der Nebenkette.

13. Unverkapseltes Halbleiterbauteil nach Anspruch 11 oder  
Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
20       eine Polymervorstufe ein oder mehrere Copolymere auf-  
weist.

14. Unverkapseltes Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche  
11 bis 13,  
25       dadurch gekennzeichnet, dass  
eine Polymervorstufe ein Mischung aus zwei oder mehreren  
Polymeren aufweist.

15. Unverkapseltes Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche  
30       11 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet, dass

die Polymerschicht (5) eine oder mehrere Lagen aufweist,  
wobei jede Lage eine oder mehrere Polymere aufweist.

16. Unverkapseltes Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche  
5 11 bis 15,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Polymerschicht (5) einen oder mehrere der folgenden  
Hilfsstoffe aufweist:
- Lösemittel
  - 10 - Haftvermittler
  - Antioxidantien
  - Katalysatoren
  - verstärkte Füllstoffe
  - Weichmacher
  - 15 - UV-Stabilisatoren.
17. Unverkapseltes Halbleiterbauteil nach einem der Ansprüche  
11 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet, dass
- 20 das Halbleiterbauteil einen Halbleiterchip (2) und eine  
Umhüllung aus einer Kunststoffmasse (4) aufweist
18. Verfahren zum Herstellen eines zur Bestückung mit einem  
Halbleiterchip (2) und zur Umhüllung mit einer Kunst-  
25 stoffmasse (4) vorgesehenen Flachleiterrahmens, das die  
folgenden Schritte aufweist:
- Bereitstellen eines Substrats 1 und/oder eines unver-  
kapselten Halbleiterbauteils,
  - Aufbringen einer Suspension oder einer Polymervorstufe  
30 auf das Substrat 1 und/oder das unverkapselte Halblei-  
terbauteil,

- Erzeugen einer Polymerschicht (5) durch Verdampfen eines Lösemittels oder durch Polymerisation der Polymer-  
vorstufe, wobei die Polymerschicht (5) mindestens ein  
Polymer aus der Gruppe der fluorierten Polyimide, der  
Polyisocyanate, der Polyamidocarbonsäureester der Poly-  
amid-Silikon-Blockcopolymere, der Polyamidimide mit  
Silanen in der Polymerkette oder der Polyimid-Silikon-  
Copolymere mit Silanen in der Copolymerkette aufweist.
19. Verfahren nach Anspruch 18,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
eine 10 gewichtsprozentige Lösung eines Polyimides aus  
2,2-Bis[phenyl-3',4'-Dicarbonsäureanhydrid]-1,1,1,3,3,3-  
Hexafluoropropylen und 3,3',5,5'-teteramethyl-4,4'-  
Diaminodiphenylmethan in  $\gamma$ -Butyrolacton (oder NMP) und  
Cyclopentanon in einem Gewichtsverhältnis  $\gamma$ -Butyrolacton  
(oder NMP) : Cyclopentanon = 1:2 auf das Halbleiterbau-  
teil vor dem Verkapselungsprozess selektiv aufgebracht  
wird,  
dass danach das derart beschichtete Bauteil in einem mit  
Stickstoff gespülten Ofen über eine Temperaturrampe (2 -  
5 °C/min) von Raumtemperatur auf 200 °C erhitzt wird, und  
dass dann bei 200 °C für 60 Minuten unter Verdampfen der  
Lösungsmittel aus der Beschichtungslösung das Bauteil ab-  
gekühlt und mit einer Verkapselungsmasse aus Epoxidharz  
umhüllt wird.
20. Verfahren nach Anspruch 18,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
eine 20 gewichtsprozentige Lösung von Polyamidimid (PAI)  
mit 0,1 bis 1 Gewichtsprozent 3-Aminopropyltri-  
methoxysilan in Dimethylacetamid, NMP oder  $\gamma$ -Butyrolacton

versetzt wird und 2 Stunden bei 80 °C gerührt wird, so dass die Aminogruppen des Silans mit den Säuregruppen des PAI derart kondensieren, dass je nach Menge des zugesetzten Silanes ca. jede 2. bis 10. freie Säuregruppe des PAI mit einer Aminogruppe eines Silans chemisch reagieren, dass die so erhaltene Lösung dann beliebig mit Cyclopentanon, Anisol, Aceton oder ähnlichen Lösungsmitteln auf eine Konzentration von ca. 5 Gewichtsprozent (bezogen auf das silanmodifizierte PAI) verdünnt wird, dass diese Lösung auf das Halbleiterbauteil vor dem Verkapselungsprozess selektiv aufgebracht wird, dass das so beschichtete Bauteil in einem mit Stickstoff gespülten Ofen über eine Temperaturrampe (2 - 5 °C/min) von Raumtemperatur auf 200 °C erhitzt wird und bei 200 °C 60 Minuten unter Verdampfen des Lösungsmittels gehalten wird, und dass abschließend das Bauteil mit einer Verkapselungsmasse aus Epoxidharz umhüllt wird.

21. Verfahren nach Anspruch 18 oder Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass ein Polyimid-Silikon-Copolymer mit Silanen in der Polymerkette erzeugt wird, wobei ein mit Silanen aufbereitetes Polymer aus Silikon und Polyamidimid als ca. 5 gewichtsprozentige Lösung in NMP, Cyclopentanon und Aceton in einem Masseverhältnis der Lösungsmittel: NMP : Cyclopentanon : Aceton = ca. 1 : 2 : 2 auf das Halbleiterbauteil vor den Verkapselungsprozess selektiv aufgebracht wird, und dass ein Temperaturprozess durchgeführt wird, bei dem das so beschichtete Bauteil in einem mit Stickstoff gespülten



Ofen über eine Temperaturrampe (2 - 5 °C/min) von Raumtemperatur auf 200 °C erhitzt wird und bei 200 °C 60 Minuten unter Verdampfen des Lösungsmittel gehalten wird, und

5 dass nach Abkühlung des Bauteiles auf etwa Raumtemperatur das Bauteil mit der Verkapselungsmasse aus Epoxidharz umhüllt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 18,

10 dadurch gekennzeichnet, dass eine in ca. 50 bis ca. 90 Gew.% N-Methylpyrrolidon (NMP) gelöste und mit Diethylenglykolmethacrylat veresterte Polyamidocarbonsäure (polykondensiert aus den Monomeren Pyromellitsäureanhydrid und 4,4'-Oxidianilin) im Verhältnis von ca. 1:20 mit Cyclopentanon verdünnt wird,

15 dass diese Lösung weiter im Verhältnis von ca. 1:1 mit Aceton bzw. Ethanol gemischt wird, dass in diese Lösung der Halbleiterchip- und seine Drahtkontaktierung als noch unverkapseltes Halbleiterbauteil mit einer Tauchgeschwindigkeit von ca. 0,5 bis ca. 5 cm pro Sekunde eingetaucht und wieder herausgezogen wird, dass anschließend das so beschichtete Halbleiterbauteil in einem Magazin für ca. 5 bis ca. 500 Minuten etwa bei Raumtemperatur gelagert wird,

25 dass danach dieses unverkapselte Halbleiterbauteil für ca. 15 bis ca. 60 Minuten in einem Umluftofen unter einer Spülung von mindestens ca. 20 l/min Stickstoff mit einer eingestellten Temperatur von ca. 80 bis ca. 100 °C positioniert wird,

30 dass dann die Temperatur mit einer Aufheizrate von ca. 3 bis ca. 5 °C/min auf ca. 250 °C erhöht und für mindestens ca. 60 Minuten gehalten wird, und

dass nach Abkühlung (Abkühlrate ca. 2 bis ca. 5 °C/min) des beschichteten Halbleiterbauteils im Ofen unter Stickstoffspülung auf etwa Raumtemperatur die so beschichteten Halbleiterbauteile innerhalb von ca. 48 Stunden mit einer  
5 Epoxidharzpressmasse verkapselt werden.

23. Verfahren nach Anspruch 18,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
eine Lösung eines Polyamidocarbonsäureesters mit einem  
10 NMP/Cyclopentanon/Aceton-Gemisch wird mit ca. 10 % (bezogen auf die Einwaage an reiner Polyamidocarbonsäureesters) N-(3-(Trimethoxysilyl)propyl)-Ethyldiamin versetzt und bei ca. 120 °C für ca. eine Stunde gerührt wird,  
15 dass dabei das Silan zum einen untereinander zum Silikon und gleichzeitig mit seiner Aminogruppe teilweise mit den Säuregruppen der Polyamidocarbonsäure zum Polyamid-Silikon-Blockcopolymer und zum anderen mit seiner Aminogruppe teilweise mit den Säuregruppen der Polyamidocarbonsäure, nachdem die Diethylenglykolmethacrylseitenketten abgespalten sind, zur silan- bzw. silikonmodifizierten Polyimid-Vorstufe polykondensiert,  
20 dass die so hergestellten Lösung nach der Halbleiterchip- und Drahtkontaktierung auf das unverkapselte Halbleiterbauteil aufgebracht wird,  
25 dass anschließend das so beschichtete Bauteil in einem Magazin für ca. 5 bis ca. 500 Minuten bei in etwa Raumtemperatur gelagert wird,  
dass danach dieses Bauteil für ca. 15 bis ca. 60 Minuten  
30 in einen Umluftofen unter Spülung mit mindestens ca. 20 l/min Stickstoff bei einer eingestellten Temperatur von ca. 80 bis ca. 100 °C positioniert wird,

dass dann die Temperatur mit einer Aufheizrate von ca. 3 bis ca. 5 °C/min auf ca. 250 °C erhöht und diese für mindestens ca. 60min gehalten wird;

5 dass nach Abkühlung (Abkühlrate ca. 2 bis ca. 5 °C/min) des beschichteten Halbleiterbauteils im Ofen unter Stickstoffspülung auf etwa Raumtemperatur die so beschichteten Halbleiterbauteile innerhalb von ca. 48 Stunden mit einer Epoxidharzpressmasse verkapselt werden.

10 24. Verfahren nach Anspruch 18,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
das Halbleiterbauteil unmittelbar vor der Kunststoffverkapselung mit einer Tauchgeschwindigkeit von ca. 0,5 bis  
15 ca. 2 cm pro Sekunde zunächst in eine Lösung von ca. 10 bis ca. 30 Gew-% Polyisocyanat in Methylethylketon eingetaucht und wieder herausgezogen wird, wobei die später unverkapselten Flächen mit einer Kapton-Folie maskiert werden,  
dass anschließend innerhalb von ca. 30 Minuten nach Ende  
20 des Tauchprozesses auf diese Polyisocyanatschicht eine Lösung von ca. 1 Gew-% Polybenzoxazol (PBO) in einem Gemisch von ca. 9 Gew-% NMP, ca. 40 Gew-%, ca. 50 Gew-% Aceton aufgebracht wird,  
dass nach Entfernen der Kaptonfolie dieses Bauteil im Magazin für ca. 15 bis ca. 60 Minuten in einem stickstoffgespülten Umluftofen mit einer eingestellten Temperatur  
25 von ca. 80 bis ca. 100 °C erhitzt wird,  
dass dann mit einer Aufheizrate von ca. 3 bis ca.  
5 °C/min die Temperatur auf ca. 200 °C erhöht und für  
30 mindestens ca. 30 Minutengehalten wird, und  
dass nach Abkühlung (Abkühlrate ca. 2 bis ca. 5 °C/min) des beschichteten Halbleiterbauteils im Ofen unter Stick-

stoffspülung auf etwa Raumtemperatur das so beschichtete Halbleiterbauteil innerhalb von ca. 48 Stunden mit einer Epoxidharzpressmasse verkapselt wird.

1/1

FIG 1

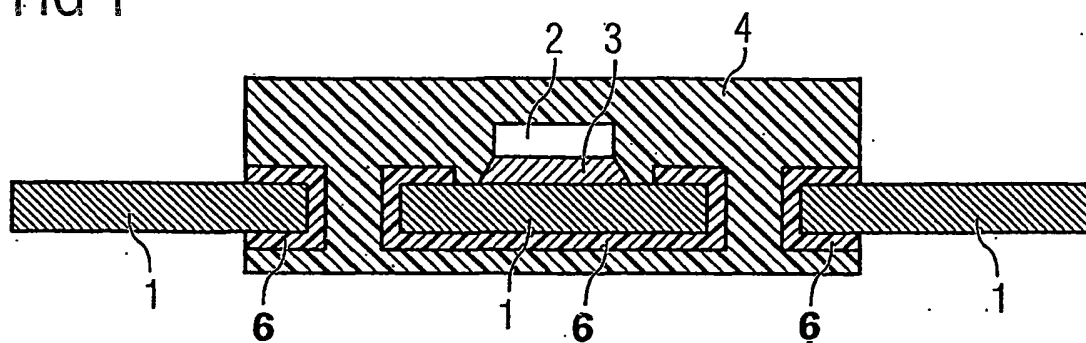


FIG 2

